

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001201121 A**

(43) Date of publication of application: **27.07.01**

(51) Int. Cl.
F24F 6/04
B01D 53/22
B01D 63/02
B01D 69/08
F24F 6/00
// H01M 8/04

(21) Application number: **2000010973**

(22) Date of filing: **19.01.00**

(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO LTD**

(72) Inventor:
KUSANO YOSHIO
SHIMANUKI HIROSHI
SUZUKI MIKIHIRO
KATAGIRI TOSHIKATSU

(54) HUMIDIFYING APPARATUS

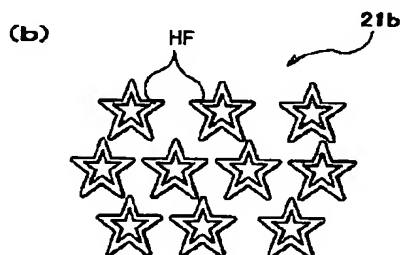
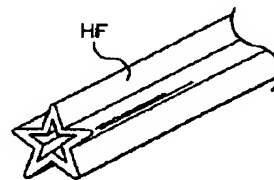
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a humidifying apparatus, where there are balanced characteristics conventionally opposing improvement of humidity capability caused by an increase of a surface area of a hollow string film and the lowering of pressure loss caused by an increase of a flow passage for assurance of excellent humidity, and it is preferably useable as a fuel cell humidifying apparatus.

SOLUTION: A humidifying apparatus is adapted, such that many water permeable hollow string films HF disposed longitudinally of a housing are contained in the housing, and water is exchanged between gases by passing the gases, having different water contents to the inside and the outside of the hollow string film to humidify dried gas having reduced water contents. In the humidifying apparatus, a cross sectional configuration of the hollow string film is formed into a noncircular shape. Furthermore, the noncircular hollow string film HF is contained in the housing, such that a flow passage for gas

flowing through the outside of the hollow string film HF in the housing is wider than the case, where the cross sectional configuration of the hollow string film is circular.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO
(a)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-201121

(P2001-201121A)

(43) 公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)	
F 2 4 F	6/04	F 2 4 F	6/04	3 L 0 5 5
B 0 1 D	53/22	B 0 1 D	53/22	4 D 0 0 6
	63/02		63/02	5 H 0 2 7
	69/08		69/08	
F 2 4 F	6/00	F 2 4 F	6/00	B
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-10973(P2000-10973)

(22) 出願日 平成12年1月19日 (2000.1.19)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 草野 佳夫

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 島貫 寛士

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

最終頁に続く

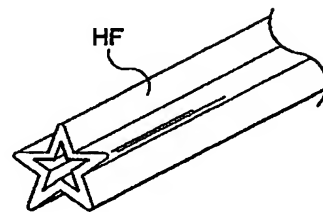
(54) 【発明の名称】 加湿装置

(57) 【要約】

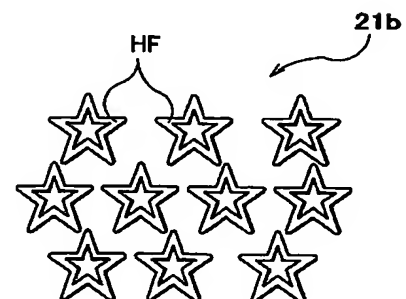
【課題】 中空糸膜の表面積の増加による加湿能力向上と、流路の増加による圧損の低下という従来相反する特性の調和が取れ、もって良好な加湿を行なうことができ燃料電池用加湿装置として好適に使用しうる加湿装置を提供すること。

【解決手段】 ハウジングの長手方向に沿って配した多数の水透過性の中空糸膜HFを前記ハウジング内に収納し、前記中空糸膜の内側と外側にそれぞれ水分含量の異なる気体を流通して前記気体間で水分交換を行い、水分含量の少ない乾燥気体を加湿する加湿装置において、前記中空糸膜の断面形状を非円形にし、この非円形の中空糸膜HFを、中空糸膜の断面形状が円形である場合よりも、前記ハウジングにおける前記中空糸膜HFの外側を流通する気体の流路が広くなるように前記ハウジング内に収納した。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハウジングの長手方向に沿って配した多数の水透過性の中空糸膜を前記ハウジング内に収納し、前記中空糸膜の内側と外側にそれぞれ水分含量の異なる気体を通流して前記気体間で水分交換を行い、水分含量の少ない乾燥気体を加湿する加湿装置において、前記中空糸膜の断面形状を非円形にし、この非円形の中空糸膜を、中空糸膜の断面形状が円形である場合よりも、前記ハウジングにおける前記中空糸膜の外側を通流する気体の流路が広くなるように前記ハウジング内に収納したこと、を特徴とする加湿装置。

【請求項 2】 異なる断面形状の前記中空糸膜を前記ハウジング内に収納したこと、を特徴とする請求項 1 に記載の加湿装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加湿装置に関し、さらに詳しくは、燃料電池の加湿用に好適に使用することのできる中空糸膜を利用した加湿装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電気自動車の動力源などとして注目されている燃料電池（固体電解質型燃料電池）においては、燃料電池から排出された湿潤気体であるオフガスの水分を乾燥気体である空気に水分交換して加湿空気（加湿気体）を発生する加湿装置が用いられている。このような燃料電池に用いられる加湿装置としては、電力消費量が少ないものが好適である。また、取り付けスペースが小さい、いわばコンパクト性が求められる。そのため、加湿装置としては超音波加湿、スチーム加湿、気化式加湿、ノズル噴射などの種類があるものの、燃料電池に用いられる加湿装置としては、水透過膜、殊に中空糸膜を用いたものが好適に利用されている。

【0003】従来の中空糸膜を用いた加湿装置として、例えば特開平 7-71795 号公報に開示されたものがある。この加湿装置について図 8 を用いて説明すると、加湿装置 100 は、ハウジング 101 を有している。ハウジング 101 には、乾燥エア（乾燥空気）を導入する第一の流入口 102 及び乾燥エア（加湿空気）を排出する第一の流出口 103 が形成されており、ハウジング 101 の内部に多数、例えば 5000 本の中空糸膜からなる中空糸膜束 104 が収納されている。また、ハウジング 101 の両端部には、中空糸膜束 104 の両端部を開口状態で固定する固定部 105、105' が設けられている。固定部 105 の外側には、湿潤エア（湿潤気体）を導入する第二の流入口 106 が形成されており、固定部 105' の外側には、中空糸膜束 104 によって水分を分離・除去された湿潤エアを排出する第二の流出口 107 が形成されている。さらに、固定部 105、105' はそれぞれ第二のヘッドカバー 108 及び第二のヘッドカバー 109 によって覆われている。また、第二の

流入口 106 は第一のヘッドカバー 108 に形成されており、第二の流出口 107 は第二のヘッドカバー 109 に形成されている。

【0004】このように構成された中空糸膜を用いた加湿装置 100 において、第二の流入口 106 から湿潤エアを供給して中空糸膜束 104 を構成する各中空糸膜内を通過させると、湿潤エア中の水分は、中空糸膜の毛管作用によって分離され、中空糸膜の毛管内を透過して、中空糸膜の外側に移動する。水分を分離させられた湿潤エアは、第二の流出口 107 から排出される。一方、第一の流入口 102 からは乾燥エアが供給される。第一の流入口 102 から供給された乾燥エアは、中空糸膜束 104 を構成する中空糸膜の外側を通流する。中空糸膜の外側には、湿潤エアから分離させられた水分が移動してきており、この水分によって乾燥エアが加湿される。そして、加湿された乾燥エアは第一の流出口 103 から排出されるというものである。

【0005】ところで、加湿装置 100 の加湿能力を向上しようとする、中空糸膜束 104 における中空糸膜の本数を増やして、ハウジング 101 内における中空糸膜の充填率を上げることが考えられる。このようにすることで、中空糸膜の内側及び外側とも表面積が増える。ここで、従来の中空糸膜 HF' を図 9 (a) に示すが、中空糸膜 HF' は、直径数 mm 以下の中空円筒形状（断面円形）をしている。そして、図 9 (b) に示すように、この円形の中空糸膜 HF' を多数束ねて配し、中空糸膜束 104 を構成してハウジング 101 内に収納している（一般には充填率は 50% 程度）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、中空糸膜 HF' の充填率を上げると、ハウジング 101 内における中空糸膜 HF' の表面積を広くすることができるが、中空糸膜 HF' の間にできる隙間が狭くなる。このため乾燥エアの流路が狭くなり、中空糸膜 HF' の外側（ハウジング 101 側）を通流する乾燥エアの圧力損失（以下「圧損」という）が大きくなってしまふ。したがって、ハウジング 100 内における中空糸膜 HF' の外側の表面積を広くしても、中空糸膜 HF' の外側に充分乾燥エアが行き渡らず、結果として加湿装置 100 としての加湿能力が悪くなるという問題がある。また、後段の機器へ圧損の少ない状態で、加湿された乾燥エアを供給することができない。

【0007】そこで、本発明は、中空糸膜の外側における表面積の増加による加湿能力向上と、中空糸膜の外側における流路の増加による圧損の低下という従来相反する特性の調和が取れ、もって良好な加湿を行なうことができ燃料電池用加湿装置として好適に使用しうる加湿装置を提供することを主たる課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決した本発

明の加湿装置は（請求項 1）、ハウジングの長手方向に沿って配した多数の水透過性の中空糸膜を前記ハウジング内に収納し、前記中空糸膜の内側と外側にそれぞれ水分含有量の異なる気体を通流して前記気体間で水分交換を行い、水分含量の少ない乾燥気体を加湿するものである。そして、前記中空糸膜の断面形状を非円形にし、この非円形の中空糸膜を、中空糸膜の断面形状が円形である場合よりも、前記ハウジングにおける前記中空糸膜の外側を通流する気体の流路の断面積が広くなるように前記ハウジング内に収納した。

【0009】この構成によれば、中空糸膜の断面形状が非円形であるので、断面積が同じであるとすれば、断面形状が円形である中空糸膜よりも断面における外周の長さが長くなる。このため、単位重量当り（単位体積当り）の中空糸膜の外側の表面積を、断面形状が円形の中空糸膜よりも広くすることができる。また、中空糸膜の外側を通流する気体の流路が、断面形状が円形である中空糸膜の場合よりも広くなるように、例えば中空糸膜の本数を減らすなどしてハウジング内に収納されている。このため、中空糸膜の外側を通流する気体の圧損が小さくなる。したがって、中空糸膜の外側の表面積の増加による加湿能力の向上と、中空糸膜の外側の流路の増加による圧損の低下という従来相反する特性の調和が取れ、もって良好な加湿を行なうことのできる加湿装置とすることができる。この場合において、ハウジング内に収納される中空糸膜の外側の表面積が中空糸膜の断面形状が円形である場合よりも広くなるように、かつ、ハウジング内における中空糸膜の外側を通流する気体の流路が中空糸膜の断面形状が円形である場合よりも広くなるように収納するのが好ましい。

【0010】なお、非円形とは、楕円、長円、瓢箪形、矩形、ひし形、三角形、多角形、星形、雲形、花丸形など円形以外のものをすべて含む。但し、矩形や三角形など、面同士を密着させて隙間なく並べることができるものよりも、星形や花丸形、楕円や長円など、線接触あるいは部分的な面接触となり、必ず中空糸膜同士の間に隙間が確保されるような断面形状であることが好ましい。このためには、窪みや突起を有するような断面形状にすることが好ましい。なお、中空糸膜の内側（中空部分）の断面形状は、中空糸膜の外側の断面形状に対応した形状であることが好ましい。このようにすることで、中空糸膜の肉厚が一様になって、中空糸膜の内側の流路を広く取ることができる。同時に、中空糸膜の内側の表面積も広くすることができる。

【0011】また、本発明の加湿装置は（請求項 2）、上記構成において、異なる断面形状の前記中空糸膜を前記ハウジング内に収納したこと、を特徴とする。

【0012】この構成によれば、中空糸膜同士が密着して中空糸膜の外側における隙間がなくなるような状態が、一層生じ難くなる。したがって、中空糸膜の外側の

表面積を有効に活用することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の加湿装置の実施の形態を、燃料電池用加湿装置（以下「加湿装置」という）に適用した場合を例に、図面を参照して詳細に説明する。図 1 は、燃料電池システムの全体構成図である。図 2 は、燃料電池の構成を模式化した説明図である。図 3 は、加湿装置及び中空糸膜モジュールを示す斜視図である。図 4 は、加湿装置の断面図である。図 5 は、非円形の中空糸膜の斜視図などである。

【0014】〔燃料電池システム〕まず、図 1 を参照して、本実施の形態の加湿装置が適用される燃料電池システムの全体構成及び作用について説明する。燃料電池システム FCS は、燃料電池 1、加湿装置 2、気液分離装置 3、空気圧縮機 4、燃焼器 5、燃料蒸発器 6、改質器 7、CO 除去器 8 及び水・メタノール混合液貯蔵タンク（以下「タンク」という）T などから構成される。なお、燃料電池 1 は、固体高分子型のものである。

【0015】燃料電池 1 は、酸化剤ガスとしての加湿空気が酸素極側 1 a に供給されると共に、燃料ガスとしての水素リッチガスが水素極側 1 b に供給され、水素と酸素とを化学反応させて化学エネルギーから電気エネルギーを取り出し、発電を行う。加湿空気は、乾燥気体たる外気（空気）を圧縮及び加湿することにより発生する。ここで、空気（乾燥空気）の圧縮は空気圧縮機 4 で行い、加湿は加湿装置 2 で行う。ちなみに、加湿装置 2 での乾燥空気の加湿は、燃料電池 1 の酸素極側 1 a から排出され水分を多量に含むオフガスと相対的に水分を少量しか含まない乾燥空気との間で、水分の交換を行うことによりなされるが、この点は後に詳細に説明する。一方、燃料ガスは、原燃料である水とメタノールの混合液を蒸発、改質及び CO 除去を行うことにより発生する。ここで、原燃料の蒸発は燃料蒸発器 6 で、改質は改質器 7 で、CO 除去は CO 除去器 8 で行う。ちなみに、燃料蒸発器 6 にはタンク T に貯蔵された原燃料がポンプ P を介して供給され、改質器 7 には燃料蒸発器 6 で蒸発した原燃料ガス（改質用の空気が混合されたもの）が供給され、CO 除去器 8 には改質器 7 で改質された燃料ガスが供給される。なお、改質器 7 では触媒の存在下、メタノールの水蒸気改質及び部分酸化が行われる。また、CO 除去器 8 では触媒の存在下、選択酸化が行われ CO が CO₂ に転換される。CO 除去器 8 は、CO の濃度を可及的に低減するため、No. 1 CO 除去器と No. 2 CO 除去器の 2 つから構成される。また、CO 除去器 8 には、空気圧縮機 4 から選択酸化用の空気が供給される。

【0016】なお、燃料電池 1 からは、反応生成物である水を多量に含む酸素極側 1 a のオフガス及び未利用の水素を含む水素極側 1 b のオフガスが同時に発生するが、酸素極側 1 a のオフガスは、前記の通り加湿装置 2 で空気の加湿用に使用された後、水素極側 1 b のオフガ

スと混合され、気液分離装置3で水分が除去される。そして、水分が除去されたオフガス（混合オフガス）は、燃焼器5で燃焼され燃料蒸発器6の熱源として使用される。なお、燃焼器5には、補助燃料（メタノールなど）及び空気が供給され、燃料蒸発器6の熱量不足を補ったり燃料電池システムFCSの起動時の暖機を行ったりする。

【0017】次に、図2を参照して、燃料電池システムの中核をなす燃料電池の構成及び作用について説明する。この図2における燃料電池1は、その構成を模式化して1枚の単セルとして表現してある（実際には燃料電池1は、単セルを200枚程度積層した積層体として構成される）。図2に示すように、燃料電池1は、電解質膜13を挟んで水素極側1bと酸素極側1aとに分けられ、それぞれの側に白金系の触媒を含んだ電極が設けられており、水素極14及び酸素極12を形成している

（この図では拡散層は省略してある）。そして、水素極側ガス通路15には原燃料から発生した水素リッチな燃料ガスが通流され、酸素極側ガス通路11には酸化剤ガスとして加湿装置2で加湿された加湿空気が通流される。電解質膜13としては固体高分子膜、例えばプロトン交換膜であるパーフロロカーボンスルホン酸膜を電解質として用いたものが知られている。この電解質膜13は、固体高分子中にプロトン交換基を多数持ち、飽和含水することにより常温で20Ω-プロトン以下の低い比抵抗を示し、プロトン導伝性電解質として機能する。したがって、触媒の存在下、水素極14で水素がイオン化して生成したプロトンは、容易に電解質膜13中を移動して酸素極12に到達する。そして、酸素極12に到達したプロトンは、触媒の存在下、加湿空気中の酸素から生成した酸素イオンと直ちに反応して水を生成する。生成した水は、加湿空気と共に湿潤気体たるオフガスとして燃料電池1の酸素極側1aの出口から排出される。なお、水素極14では水素がイオン化する際に電子 e^- が生成するが、この生成した電子 e^- はモータなどの外部負荷Mを経由して酸素極12に達する。

【0018】このように加湿した加湿空気を酸化剤ガスとして燃料電池1に供給するのは、電解質膜13が乾燥すると電解質膜13におけるプロトン導伝性が低くなって発電効率が低下するからである。一方、過加湿になると電極などが水没して、燃料電池内における気体の自由な移動が阻害されて発電効率が低下する。したがって、固体高分子型の燃料電池1を使用する燃料電池システムFCSにおいては、加湿が重要な意義を有する。ちなみに、原燃料は多量の水を含有しているが、この水は、改質器7における原燃料中のメタノールの改質の他、燃料電池1における水素極側1bの加湿のためのものである。

【0019】〔加湿装置〕続いて、図3などを参照して本実施の形態の加湿装置について説明する。なお、図3

及び図4においては、オフガスの流れを白矢印で示し、乾燥空気（加湿空気）の流れを黒矢印で示す。本実施の形態の加湿装置2は、図3(a)に示すように、略円柱形をした中空糸膜モジュール21を並列に2本有するとともに、箱型をした一端側分配器22及び他端側分配器23を有し、全体として直方体形状とされている。2本の中空糸膜モジュール21、21は、一端側分配器22及び他端側分配器23により水平に所定の間隔を置いて配置され固定されている。また、各中空糸膜モジュール21、21のそれぞれには、一端側分配器22を介して乾燥空気の供給及び湿潤したオフガスの排出、他端側分配器23を介して乾燥空気が加湿されてなる加湿空気の排出及びオフガスの供給がなされる。

【0020】中空糸膜モジュール21は、図3(b)に示すように、ハウジング21aを有している。このハウジング21aには、その長手方向に沿って配した水透過性の中空糸膜HF（図5(a)参照）を束ねて構成された中空糸膜束21bが収納されている。中空糸膜HFは、内側から外側に達する口径数nm（ナノメートル）の微細な毛管を多数有しており、毛管中では、蒸気圧が低下して容易に水分の凝縮が起こる。凝縮した水分は、毛管現象により吸い出されて中空糸膜HFを透過する。なお、中空糸膜HFの形状などについては後述する。

【0021】ハウジング21aは、両端が開放された中空円筒形状をしており、その長手方向の一端部側に乾燥空気をハウジング21a内に導入する8個の乾燥空気流入口21c、21c…が周方向に離間して形成されている。また、ハウジング21aにおける長手方向の他端部側には、加湿された加湿空気の流出口となる8個の加湿空気流出口21d、21d…が周方向に離間して形成されている。

【0022】一方、ハウジング21aに収納される中空糸膜束21bは、中空通路を有する水透過性の中空糸膜HFを数千本束ね、一端部側にポッティング部21g、他端部側にポッティング部21hを設けるようにしてポッティングされている。ハウジング21aの一端部側に設けられたポッティング部21gは、乾燥気体流入口21c、21c…が形成されている位置より若干端部側に位置している。

【0023】また、ポッティング部21gの外側にはオフガス流出口21iが形成されている一方、ポッティング部21hのさらに外側にはオフガス流入口21jが形成されている。こうして、ポッティング部21g、21hを隔てた場合に、オフガス流入口21j及びオフガス流出口21iは中空糸膜束21bを形成する各中空糸膜HFの内側を介して連通し、各中空糸膜HFの外側とオフガス流入口21j及びオフガス流出口21iとは気密状態を保つようになっている。こうして、中空糸膜HFの内側である中空通路を通流するオフガスと中空糸膜HFの外側を通流する乾燥空気が混合しないようになって

いる。さらには、オフガス流入口21jから流入したオフガスは、ポッティング部21hよりも外側の位置において各中空糸膜HFに分配され、各中空糸膜HFから排出されたオフガスはポッティング部21jよりも外側位置で集められるようになっている。このような中空糸膜モジュール21は、ハウジング21aに所定数の中空糸膜HFの束を挿通し、両端面近傍を接着剤で充分接着固定してポッティング部21g、21hを形成した後、ハウジング21aの両端に沿って中空糸膜HFの束を切断除去することにより作成される。

【0024】本実施の形態の加湿装置2に使用される中空糸膜HFは、図5(a)に示すように、従来例の円形の中空糸膜HF'(図9(a)参照)ではなく、断面形状が星形をした非円形の中空糸膜HFである。そして、加湿装置2は、この中空糸膜HFを、従来例よりも乾燥空気(加湿空気)の流路が広がるように、かつ、従来例よりも中空糸膜HFの外側の表面積が広がるように配し、ハウジング21a内に収納している(図5(b)参照)。なお、非円形の中空糸膜HFの場合、円形の中空糸膜HF'の場合よりも単位体積当りの表面積を、10%以上広くするのは容易である。ちなみに、面積が同じである円と正方形の周長は、円を1とすると正方形は約1.13である(表面積は、周長×長さにより求められる)。したがって、仮に中空糸膜HFの充填率を従来例よりも5%下げて乾燥気体(加湿気体)の流路を広くしても、充填率の減少分以上に中空糸膜HFの外側の表面積を広くすることは簡単なことである。星形の中空糸膜HFの場合は、円形の中空糸膜HF'に比べ30~40%程度表面積を広くすることができる。

【0025】一方、中空糸膜HFの内側(中空部分)の断面形状も、中空糸膜HFの外側の断面形状と同じ星形をしている。このため、従来例の中空糸膜HF'よりも単位体積当りの内側(中空部分)の表面積が広がっている。なお、前記の通り中空糸膜HFの外側の乾燥空気(加湿空気)の通路を広くしてある。したがって、この分だけ中空糸膜HFの内側のオフガスの通路は、全体として狭くなっている。しかし、燃料電池1の酸素極側1a(図2参照)のオフガスは多量の水分を有しており、また、中空糸膜HFの外側・内側とも従来例よりも広い表面積(ろ過面積)を有している。このため、加湿装置2としての加湿能力が低下することはない。

【0026】ちなみに、中空糸膜の製造方法は種々のものが提案されている。例えば、特開平5-84431号公報に記載の中空糸膜の製造方法、特開平7-124451号公報に記載のポリエチレン多孔質中空糸膜の製造方法や特開平9-66224号公報に記載のシリコーンコーティング多孔質中空糸膜の製造方法などであり、これらは中空糸膜製造用ノズルを用いて中空糸膜を製造している。非円形の中空糸膜HFもこれらと同様、星形などをした二重構造の口金を持った中空糸膜製造用ノズル

を使用して容易に製造することができる。

【0027】次に、図3に示すように、一端側分配器22は、他端側分配器23と共に2本の中空糸膜モジュール21、21を所定の位置関係で固定している。この一端側分配器22は、オフガス出口22a及び乾燥空気入口22bを有する。オフガス出口22aは、図4(a)、(b)に示すように、一端側分配器22の内部に配した内部流路22a'によって各中空糸膜モジュール21、21のオフガス流出口21iと連結されている。また、乾燥空気入口22bは、図4(a)、(c)に示すように、一端側分配器22の内部に配した内部流路22b'によって各中空糸膜モジュール21、21の一端部側に設けられた乾燥空気流入口21c、21c...と連結されている。

【0028】一方、他端側分配器23には、オフガス入口23a及び加湿空気出口23bが形成されている。オフガス入口23aは、他端側分配器23の内部に配した内部流路23a'によって各中空糸膜モジュール21、21のオフガス流入口21jと連結されている。また、加湿空気出口23bは、他端側分配器23の内部に配した内部流路23b'によって、各中空糸膜モジュール21、21の他端部側に設けられた加湿空気流出口21d、21d...と連結されている。

【0029】このように中空糸膜モジュール21をパッケージングすることにより、取り扱いの容易さを確保しつつ省スペース化を図ることができる。

【0030】次に、図3ないし図6を参照して本発明に係る加湿装置2の作用を説明する。白矢印で示す湿潤気体であるオフガスは、図3及び図4に示す他端側分配器23のオフガス入口23aから加湿装置2に流入する。他端側分配器23に流入したオフガスは、内部流路23a'を経由して中空糸膜モジュール21のオフガス流入口21jに達する。このオフガス流入口21jを介してハウジング21a内に流入したオフガスは、中空糸膜束21bにおける各中空糸膜HFに向けて分岐し、その内側を通流する。中空糸膜HFの内側を通流したオフガスは、各中空糸膜HFを抜け出てオフガス流出口21iから流出される。オフガス流出口21iから流出したオフガスは、一端側分配器22の内部通路22a'を通流して合流する。そして、オフガス出口22aに達してオフガス出口22aから排出され、後段の気液分離装置3に向かう。

【0031】一方、黒矢印で示す乾燥気体である乾燥空気は、一端側分配器22の乾燥空気入口22bから加湿装置2に入り、内部流路22b'を経由して分配され各中空糸膜モジュール21・21の一端部側に設けられた乾燥空気流入口21c、21c...からハウジング21a内に導入される。ハウジング21a内に導入された乾燥空気は、中空糸膜HFの外側を通流する。このとき、中空糸膜HFの外側を乾燥空気が通流し、中空糸膜HFの内側にはオフガスが通流しており、中空糸膜HFによつ

てオフガスから水分が分離されている。この分離された水分によって、中空糸膜HFの外側を通流する乾燥空気加湿されて加湿空気となる。

【0032】この点についてさらに説明すると、中空糸膜HFの内側に水分を多く含有するオフガスを通流し、外側に相対的に水分を少ししか含有しない乾燥空気を通流する。すると、中空糸膜HFの内側ではオフガス中の水分が凝縮し、外側では乾燥空気によって水分が蒸発する。同時に、中空糸膜HFの内側から外側に向けて、内側で凝縮したオフガスの水分が毛管現象により供給される。これにより、中空糸膜HFの外側を通流する乾燥空気の加湿が行われる。つまり、中空糸膜HFにおいては、中空糸膜HFの内側と外側を通流する気体の水分含有量の差を推進力として、水透過（水分離）が行われる。

【0033】ところで、ハウジング21a内における中空糸膜HFの外側の乾燥空気の通路は、従来のものよりも広くしてある（つまり、中空糸膜HFの充填率が従来のものよりも低くしてある）。したがって、圧損幅を低減して燃料電池1（図1参照）に加湿空気を供給することができる。同時に、乾燥空気は満遍なくモジュール21a内に行き渡る。さらに、本実施の形態では、ハウジング21a内における中空糸膜HFの外側の表面積を、従来のものよりも広くしてある。したがって、加湿効率を高めて、高い露点の加湿空気を燃料電池1に供給することができる。なお、中空糸膜HFは、前記のとおり星形をしているので、中空糸膜HF同士が接触することがあっても、広い範囲で面接触することがない。したがって、仮に中空糸膜HF同士が接触しても、中空糸膜HFの外側の表面積の低減幅を少なくして加湿することができる。

【0034】こうして得られた加湿空気は、加湿空気流出口21d、21d'から内部流路23b'に達する。内部流路23b'では、各中空糸膜モジュール21、21から排出された加湿空気が集められて加湿空気出口23bに向かい、その後、加湿空気出口23bから排出されて後段の気液分離装置3に供給される。

【0035】前記した実施の形態は、非円形の中空糸膜HFを星形としたが、図6(a)に示すような瓢箪形の中空糸膜HF、図6(b)に示すような眼鏡形の中空糸膜HF、図6(c)に示すような楕円形の中空糸膜HFを、それぞれ図5(b)に示す要領で配して図3(b)に示すハウジング21a内に収納してもよい。このようにすることで、ハウジング21a内における乾燥空気の通路を広く、かつ、中空糸膜HFの外側の表面積を広くし、中空糸膜HFを配してハウジング21a内に収納することができる。

【0036】また、図7に示すように、いろいろな形状の中空糸膜HFを配して図3(b)に示すハウジング21a内に収納するようにしてもよい。中空糸膜HF同士

が接触しても面接触となることが少なく、広がった中空糸膜HFの表面積を無駄にすることがない。

【0037】以上本発明は、前記した実施の形態に限定されることなく広く変更実施することができる。例えば、中空糸膜の内側に乾燥空気（加湿空気）を通流し、その外側にオフガスを通流させてもよい。また、加湿装置が備える中空糸膜モジュールの数を1つとしてもよく、あるいは3つ以上としてもよい。

【0038】また、例えば、中空糸モジュール内を、乾燥空気（加湿空気）とオフガスが向流になるように通流させたが、並流になるように通流させてもよい。ここで、乾燥空気とオフガスを向流とするメリットとしては、中空糸膜内の湿度濃度差を均一化することができるので、水透過効率が向上することが挙げられる。また、気体の入口と出口が対向することになるので、ガス配管のレイアウト性が向上する。さらには、中空糸膜による熱交換効率が良くなるので、ガスの冷却性能が向上する。しかも、熱交換率が高いので、乾燥空気の出口の温度をオフガスの出口の温度に合わせやすいため、温度調節が容易となる。したがって、燃料電池へ供給する空気の湿度を管理しやすくなる。

【0039】一方、乾燥空気とオフガスを並流とするメリットとしては、乾燥空気とオフガスが入口部分で湿度濃度差が高いので、加湿効率が向上するため、中空糸膜自体の全長を短縮できるので、装置の小型化に寄与することが挙げられる。また、装置を小型化できるので、中空糸を整列させて束ねることが容易となり、これらのことにより、コストの低減に寄与する。さらには、乾燥空気の熱交換率が低くなるので、高出力時に燃料電池に供給するガス温度を高めに設定することができる。したがって、燃料電池の効率を向上させることができる。

【0040】加湿装置が有する温度調節機能について補足する。例えば、スーパーチャージャなどの空気圧縮機で圧縮された乾燥空気は、おおよそ30℃（燃料電池のアイドリング時）～120℃（燃料電池の最高出力時）の間で温度が変化する。一方、燃料電池は温度調節下約80℃で運転され、80℃+α程度のオフガスが排出される。このオフガスと空気圧縮機で圧縮された乾燥空気を加湿装置に通流すれば、中空糸膜において水分移動と共に熱移動も起こり、乾燥空気はオフガスに近い温度

（つまり燃料電池の運転温度に近い安定した温度）の加湿空気になって燃料電池に供給される。即ち、乾燥空気は、燃料電池のアイドリング時などの低出力時には加湿装置により加湿及び加温されて燃料電池に供給され、燃料電池の最高出力時などの高出力時には加湿装置により加湿及び冷却され、安定した温度範囲の加湿空気として燃料電池に供給される。したがって、加湿装置が有する温度調節機能により燃料電池を好適な温度条件で運転することができる。燃料電池の発電効率が高くなる。

【0041】また、空気圧縮機の吐出側にインタークー

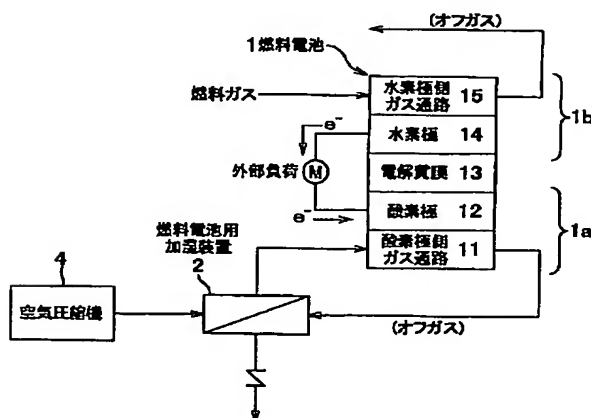
ラが取り付けられる場合は、空気圧縮機で圧縮された乾燥空気は冷却（又は加温）され、おおよそ50℃（燃料電池のアイドリング時）～60℃（燃料電池の最高出力時）の間で温度が変化する。このインタークーラを通過した乾燥空気をオフガス（80℃+α）が通流する加湿装置に通流すれば、乾燥空気は、中空糸膜において加湿及び温度調節（加温）されオフガスに近い温度、つまり燃料電池の運転温度に近い安定した温度範囲の加湿空気になって燃料電池に供給される。したがって、インタークーラが取り付けられた場合も、加湿装置が有する温度調節機能により燃料電池を好適な温度条件で運転することができ、燃料電池の発電効率が高くなる。

【0042】さらに、本発明の加湿装置は、燃料電池用に限らず、他の用途の加湿装置としても適用可能である。また、中空糸膜の太さ（径）についても、種々のものを使用することができる。当然、細い中空糸膜を使用することにより、中空糸膜の表面積を広くすることができるのはいうまでもない。ちなみに、前記したように非円形の中空糸膜と円形の中空糸膜とで、断面積が同じならば、非円形の中空糸膜の方が表面積を広く取ることができる。つまり、本発明では、中空糸膜の太さは関係ない。

【0043】なお、ハウジング内における乾燥空気（加湿空気）が通流する部分に水分が凝縮して水溜りを生じると、中空糸膜の外側の表面積を有効に活用することができなくなるおそれがある。したがって、ハウジング内に水溜りが生じないように、中空糸膜モジュールの下方からも、加湿空気を抜き出せるようにしておくのが好ましい。このようにすることで、凝縮した水を加湿空気と共に容易にハウジング内から抜き出すことができ、水溜りの発生を防止する。抜き出した水は、キャッチタンクなどにより捕集し、他の系に廻すなどして再利用するのが好ましい。

【0044】

【図2】



【発明の効果】以上説明した本発明によれば（請求項1）、中空糸膜の外側における表面積の増加による加湿能力向上と、中空糸膜の外側における流路の増加による圧損の低下という従来相反する特性の調和が取れ、もって良好な加湿を行なうことができる加湿装置を提供することができる。したがって、燃料電池用加湿装置として好適に使用することができる。また、本発明によれば（請求項2）、中空糸膜同士が密着して中空糸膜の外側における隙間がなくなるような状態が一層生じ難くなり、中空糸膜の外側の表面積を有効に活用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 燃料電池システムの全体構成図である。

【図2】 燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【図3】 (a) は加湿装置を示す斜視図、(b) は中空糸膜モジュールの斜視図である。

【図4】 (a) は加湿装置の側断面図、(b) は(a)のX-X線断面図、(c) は(a)のY-Y線断面図である。

【図5】 (a) は星形をした非円形の中空糸膜の斜視図、(b) は(a)の中空糸膜を配した図である。

【図6】 (a) は瓢箪形をした非円形の中空糸膜の斜視図、(b) は眼鏡形をした非円形の中空糸膜の斜視図、(c) は楕円形をした中空糸膜の斜視図である。

【図7】 さまざまな非円形の中空糸膜を配した図である。

【図8】 従来例の加湿装置を説明する断面図である。

【図9】 (a) 従来例の円形の中空糸膜の斜視図、(b) は(a)の中空糸膜を配した図である。

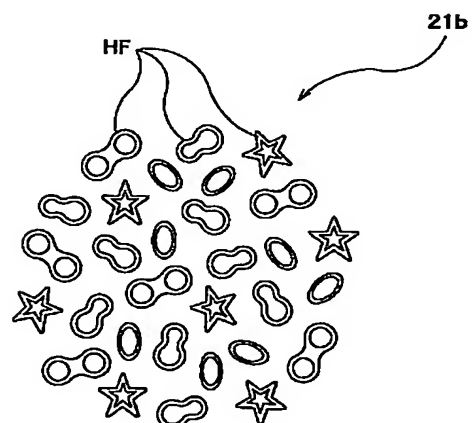
【符号の説明】

2 … 加湿装置（燃料電池用加湿装置）

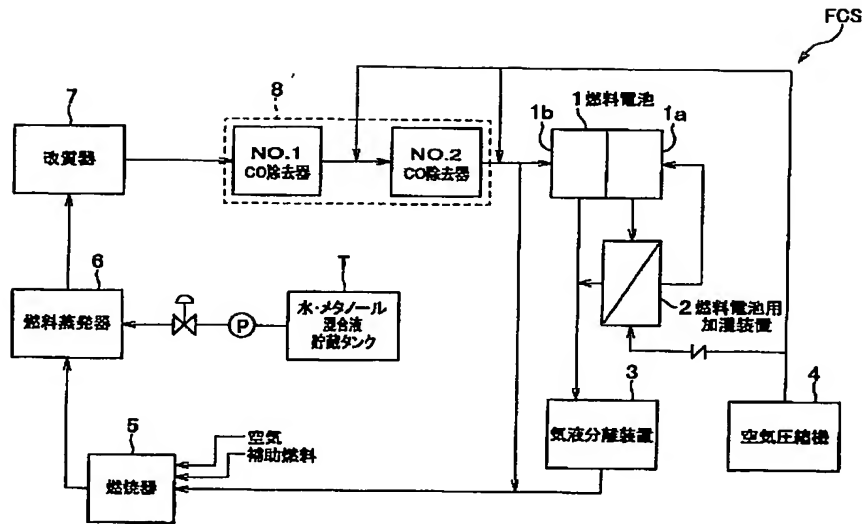
21 a … ハウジング

HF … 中空糸膜（非円形の中空糸膜）

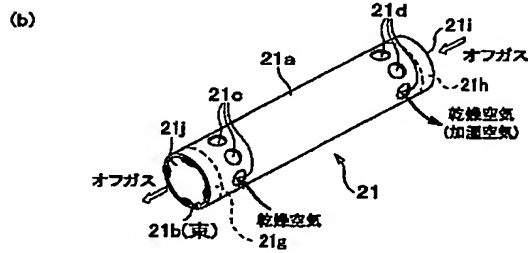
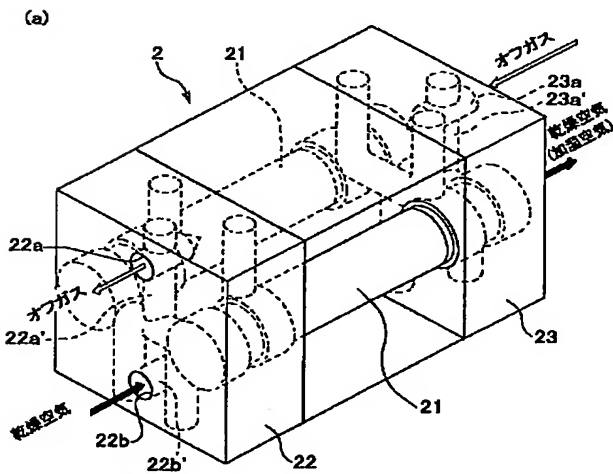
【図7】



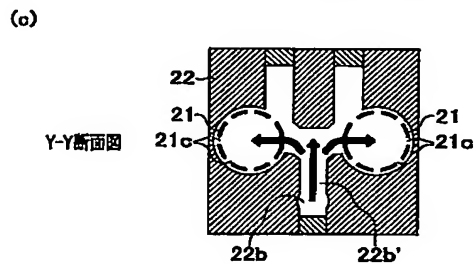
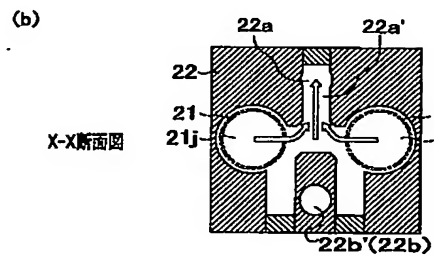
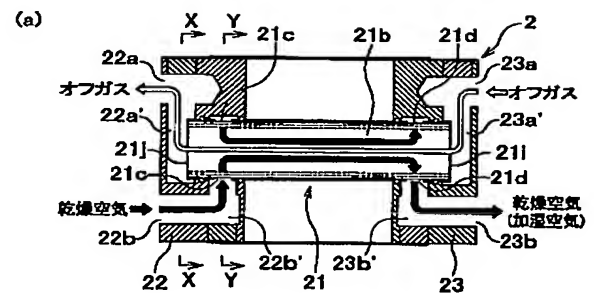
【図 1】



【図 3】

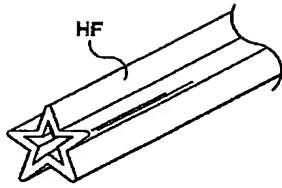


【図 4】

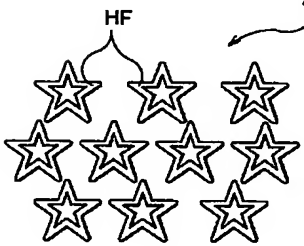


【図 5】

(a)

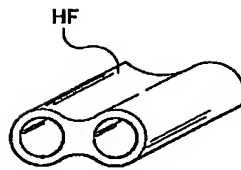
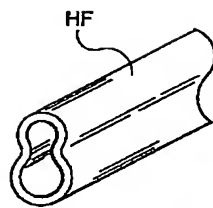


(b)

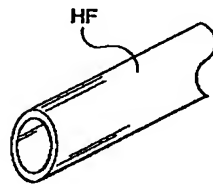


(a)

【図 6】

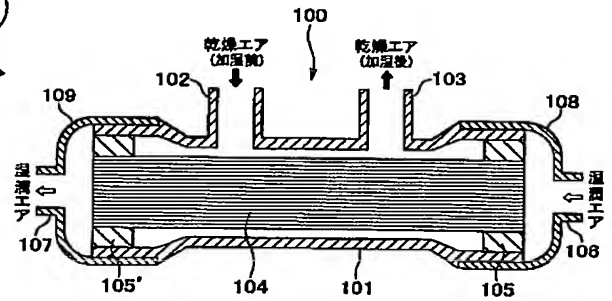


(c)



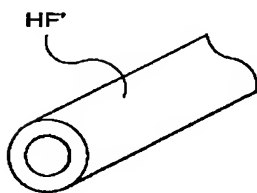
【図 8】

(従来例)

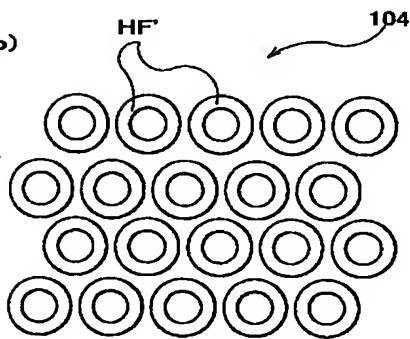


【図 9】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
// H O 1 M 8/04		H O 1 M 8/04	K
(72) 発明者 鈴木 幹浩		F ターム (参考)	3L055 AA10 BA01 DA01 DA05
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会			4D006 GA41 HA02 HA19 JA14A
社本田技術研究所内			JA18A JA25A KE16Q MA01
(72) 発明者 片桐 敏勝			MA22 MA34 NA75 PA10 PB17
埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会			PB18 PB19 PB65 PC80
社本田技術研究所内			5H027 AA06